



## Réponse thermique de quatre essences de bois de construction soumises à un feu normalisé

Jean-François Caron, Pierre Pimienta, Nicolas Pinoteau, Gilles Forêt

### ► To cite this version:

Jean-François Caron, Pierre Pimienta, Nicolas Pinoteau, Gilles Forêt. Réponse thermique de quatre essences de bois de construction soumises à un feu normalisé. Orgagec Rénovation de la ville, les matériaux organiques dans l'enveloppe du bâtiment., Nov 2015, Champs-sur-Marne, France. hal-01260389

**HAL Id: hal-01260389**

**<https://hal-enpc.archives-ouvertes.fr/hal-01260389>**

Submitted on 22 Jan 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution| 4.0 International License

## Réponse thermique de quatre essences de bois de construction soumises à un feu normalisé

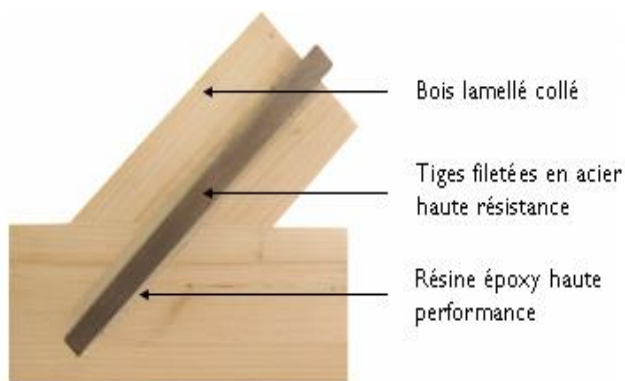
Mohamed Amine LAHOUAR<sup>1</sup>

Jean-François CARON<sup>1</sup>, Pierre PIMIENTA<sup>2</sup>, Nicolas PINOTEAU<sup>2</sup>, Gilles FORET<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Laboratoire Navier, Ecole des ponts et chaussées, 77455 Marne La vallée Cedex 2, France

<sup>2</sup> Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, DSSF, 77420 Champs-sur-Marne, France

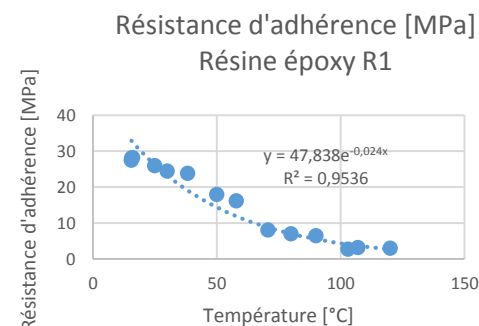
### Contexte et problématique:



Amélioration de la **Stabilité et résistance**  
**au feu** des structures bois



Stabilité et meilleure résistance  
au feu



Résistance d'adhérence  
conditionnée par la température  
au niveau de l'ancrage

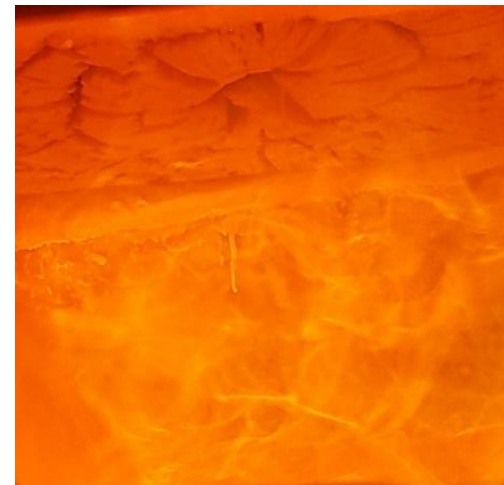
## **Objectifs:**

Etude de la réponse thermique de quatre essences de bois de construction sollicitées par un feu ISO 834-1 pour:

- ❖ **Identifier les phases de combustion du bois**
- ❖ **Etudier les vitesses de combustion**
- ❖ **Etudier l'impact de l'orientation des fibres**



Etat des éprouvettes en fin d'essai



Combustion du bois à l'intérieur du four

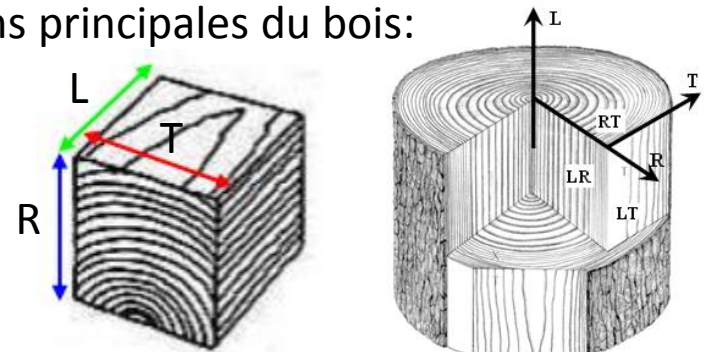
## Choix des essences de bois:

- 4 essences de bois de construction:
  - 2 essences **résineuses** : Epicéa (*Picea abies*)  
Pin maritime (*Pinus pinaster*)
  - 2 essences **feuillues** : Chêne pédonculé (*Quercus robur* L.)  
Hêtre (*Fagus sylvatica* L.)

- Eprouvettes cubiques: 20 cm x 20 cm x 20 cm:
  - Isothermes parallèles
  - Minimiser les effets de bord



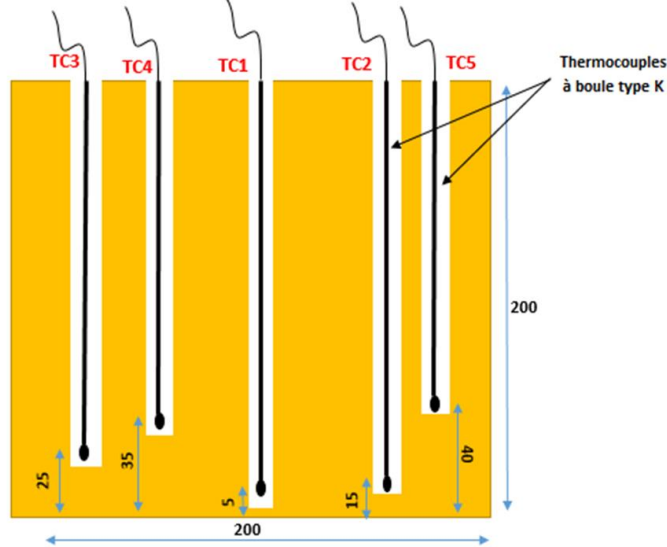
- Exposition au feu suivant les trois directions principales du bois:
  - Longitudinale (**L**)
  - Radiale (**R**)
  - Tangentielle (**T**)



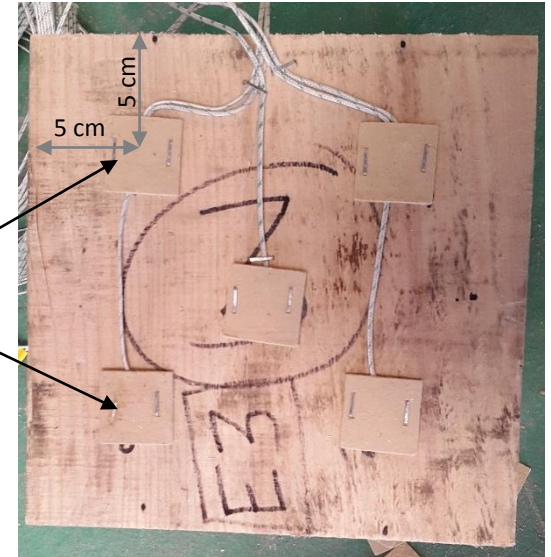


## Métrologie

Instrumentation en thermocouples: 5 thermocouples à 5 profondeurs différentes:  
5 mm – 15 mm – 25 mm – 35 mm – 40 mm

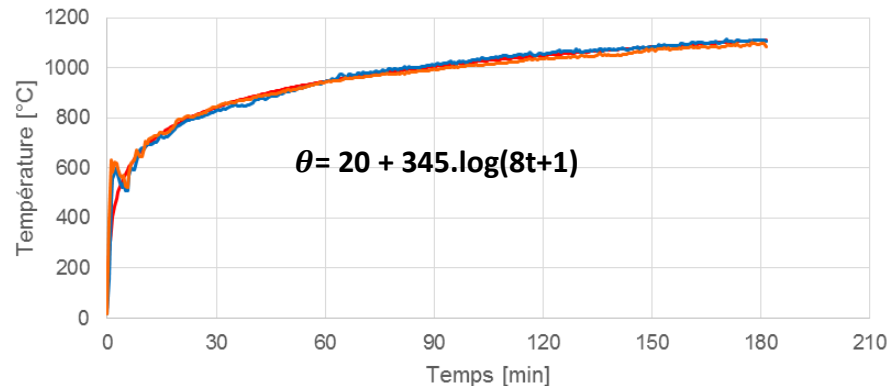


Pastilles



## Exposition au feu

Courbe feu ISO 834-1

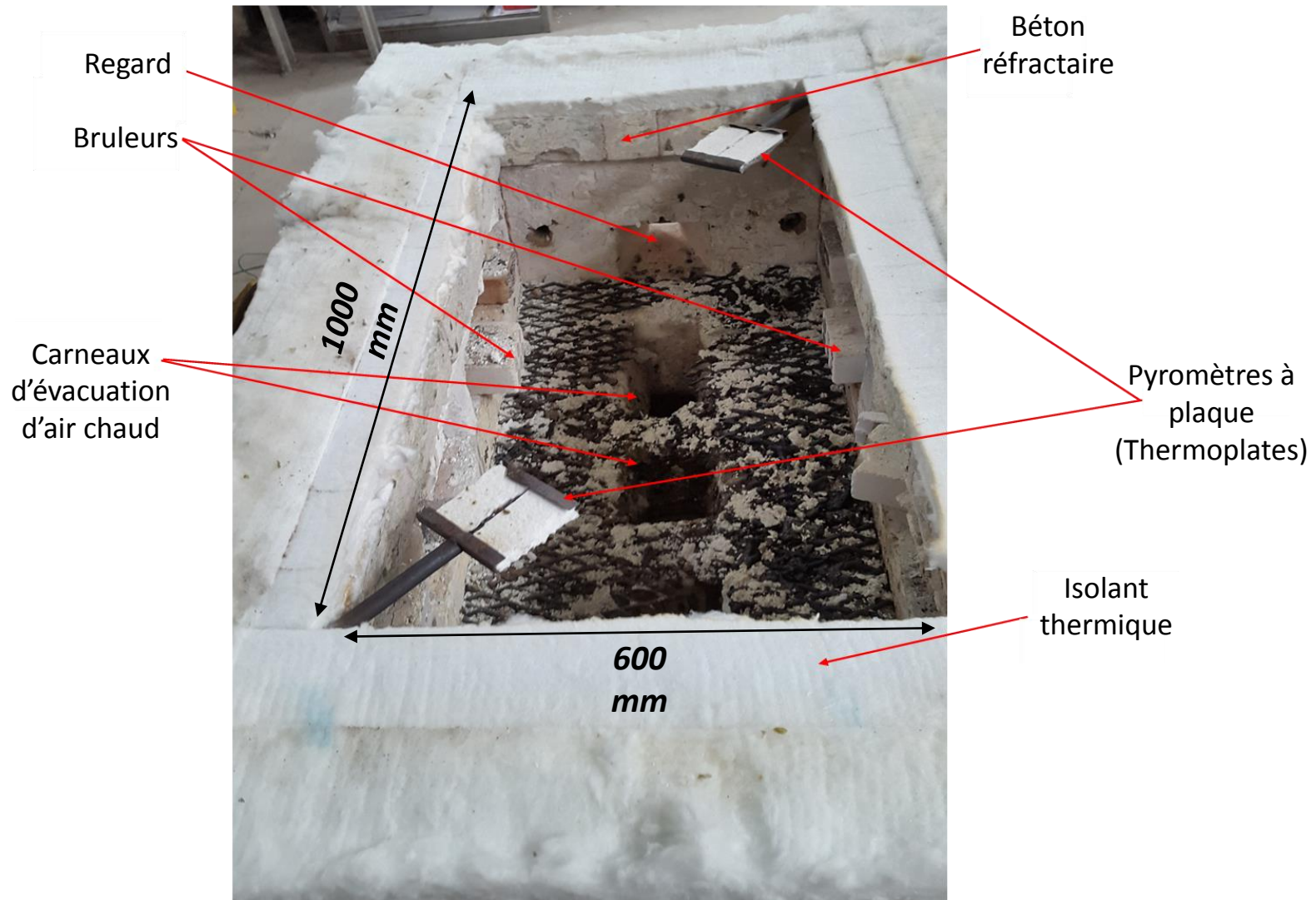


Feu ISO 834-1

Temps [min]	Température [°C]
30	842
60	945
90	1006
120	1049
150	1082
180	1110

— Courbe pilotage — tc four1 — tc four2

## Four à maquette

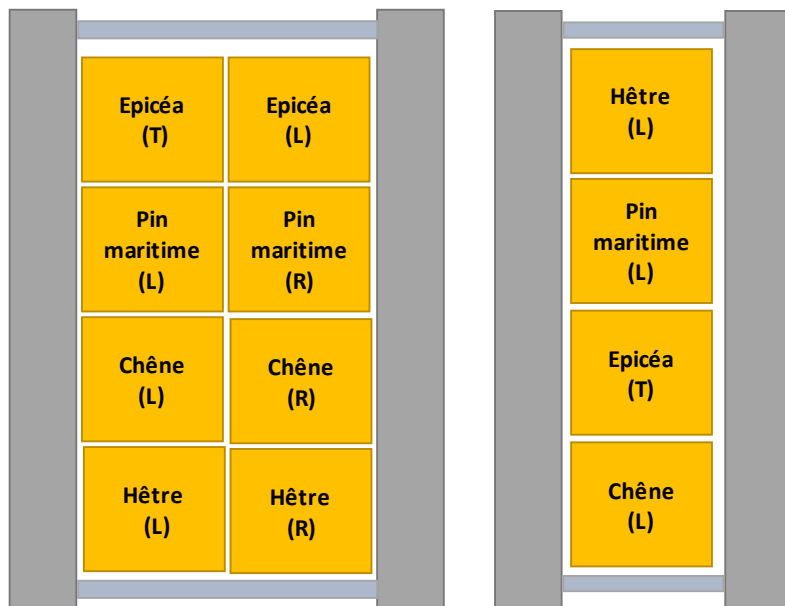


## Mise en place des éprouvettes sur le four à maquette

Eprouvettes  
en bois

Système  
de  
serrage

Isolant  
thermique

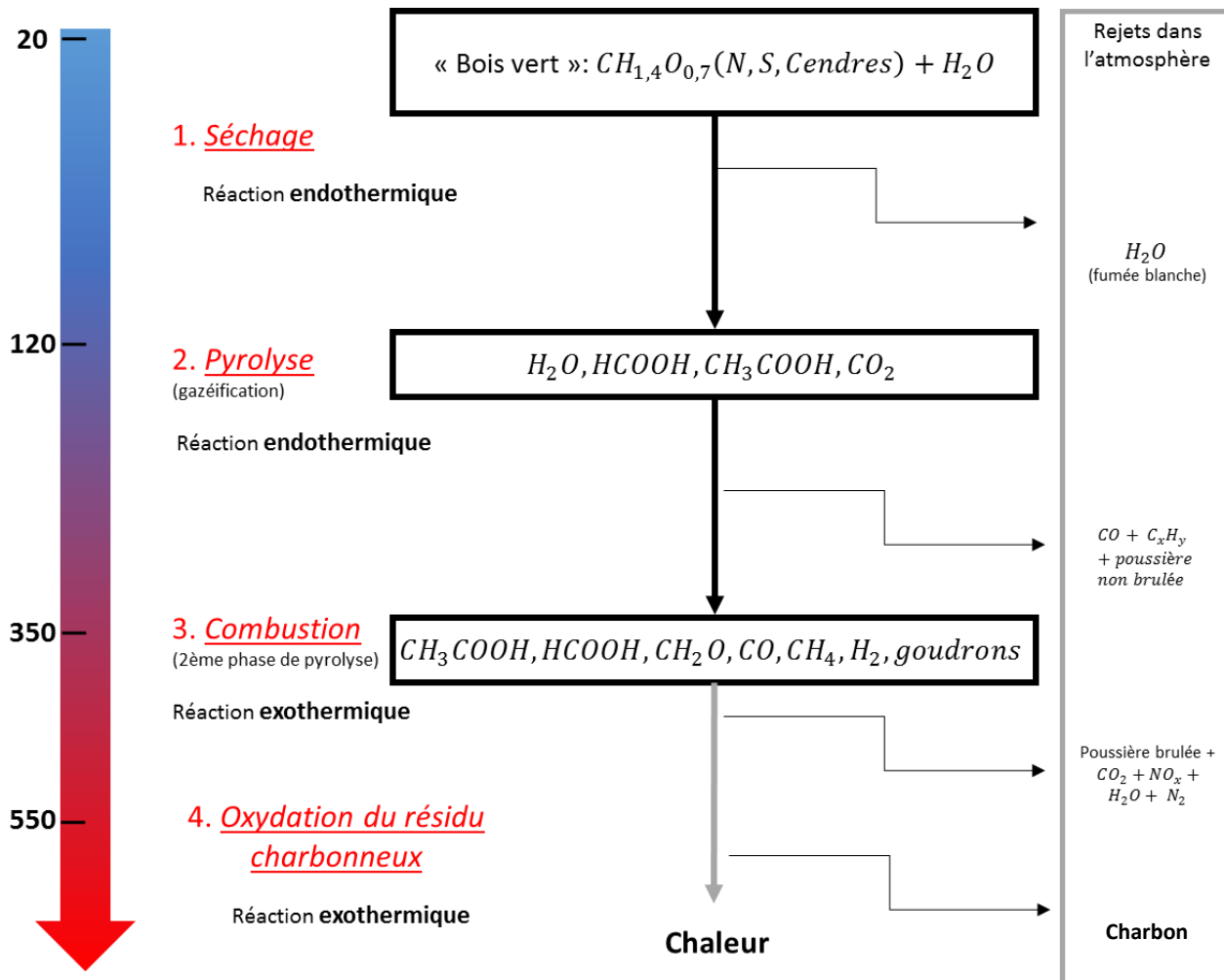
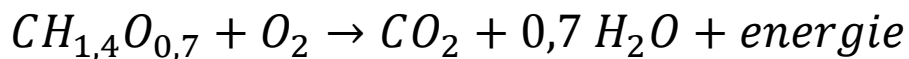


Essence de bois	Taux d'humidité initial	Masse volumique [kg/m³]
Epicéa	20%	475
Pin maritime	52%	761
Chêne	28%	844
Hêtre	26%	796



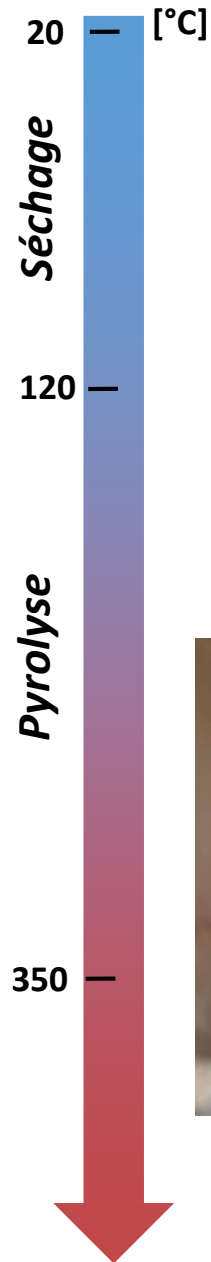
## Combustion du bois

« Dégénération du matériau sous l'effet d'un phénomène inverse à sa constitution par photosynthèse »





## Combustion du bois



Dégagement d'une fumée blanche

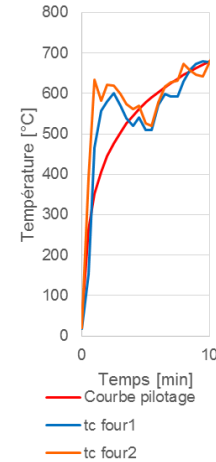
Rejets dans  
l'atmosphère

$H_2O$   
(fumée blanche)



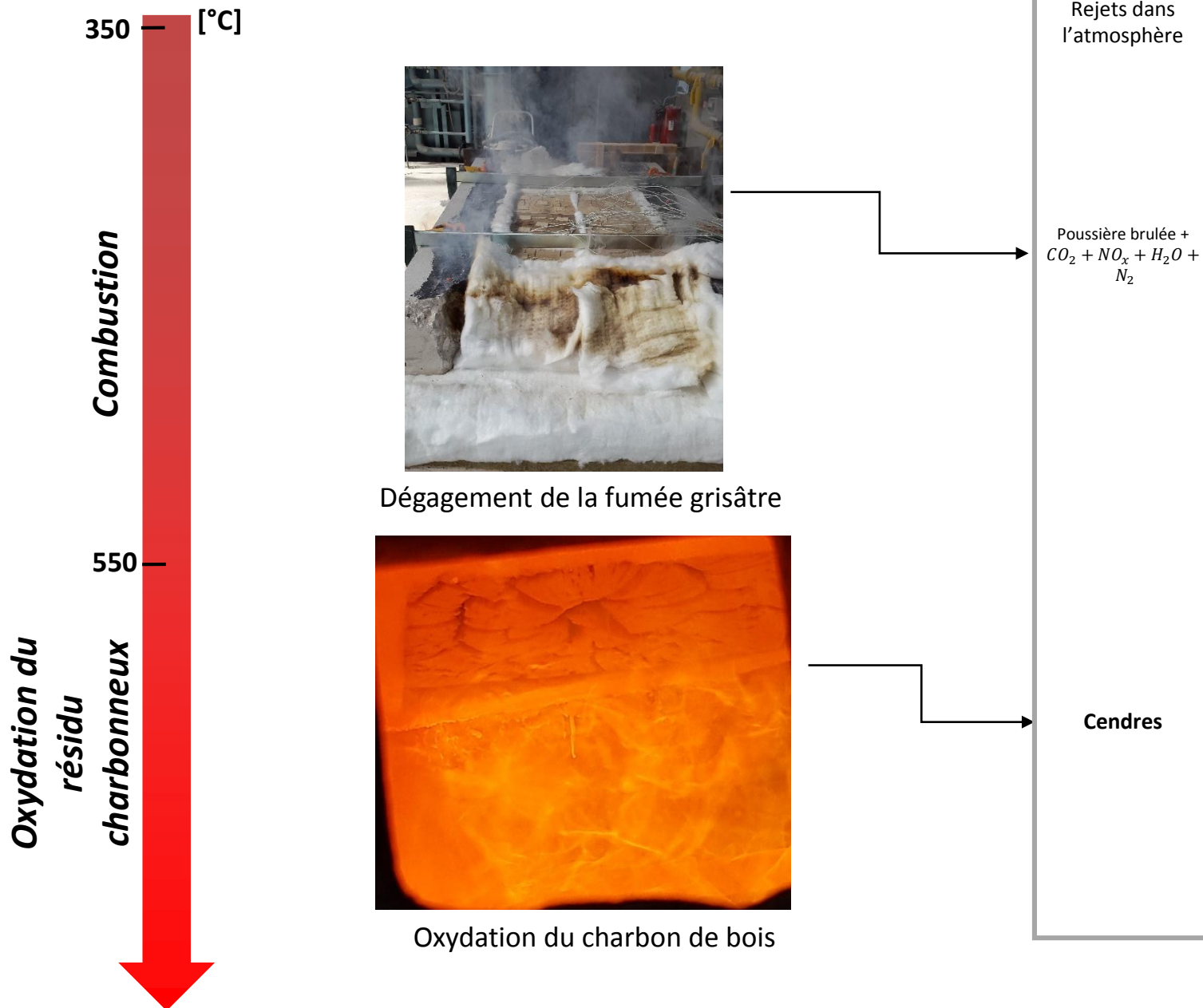
Auto-inflammabilité du bois

Courbe feu ISO  
834-1

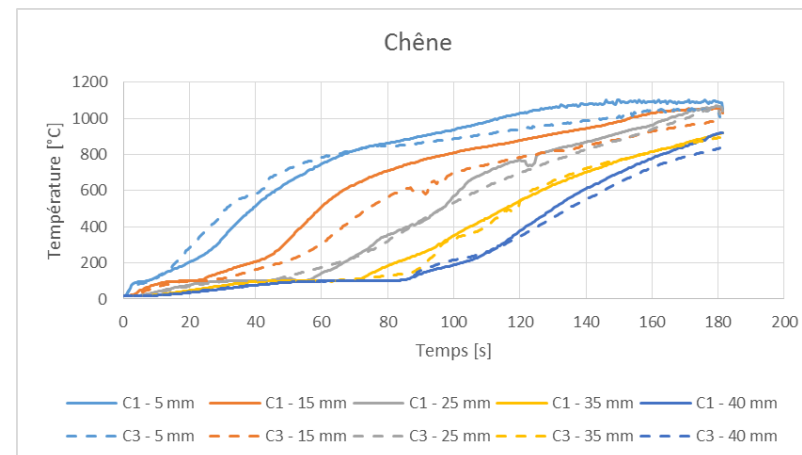
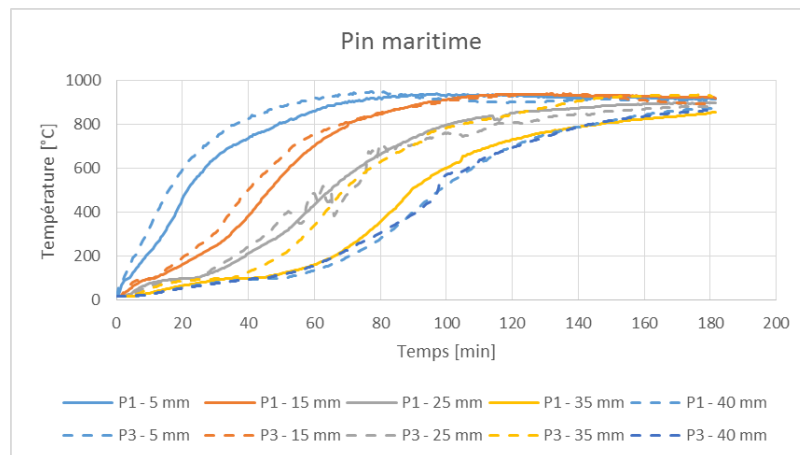


$CO + C_xH_y$   
+ poussière  
non brûlée

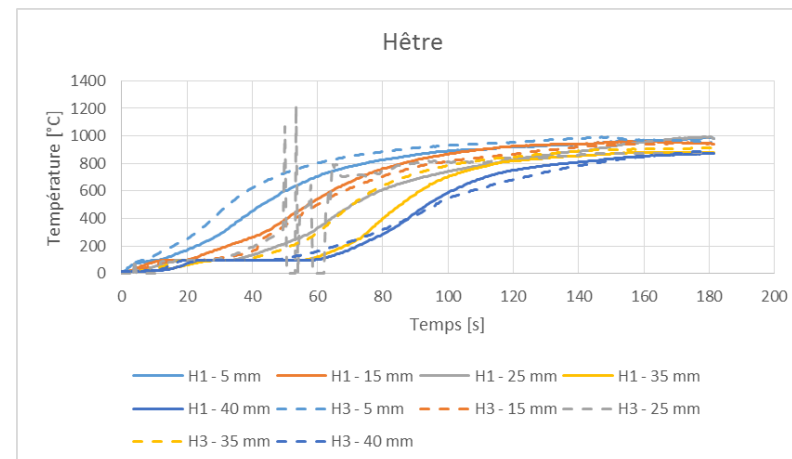
## Déroulement de l'essai



## Etude de la répétabilité

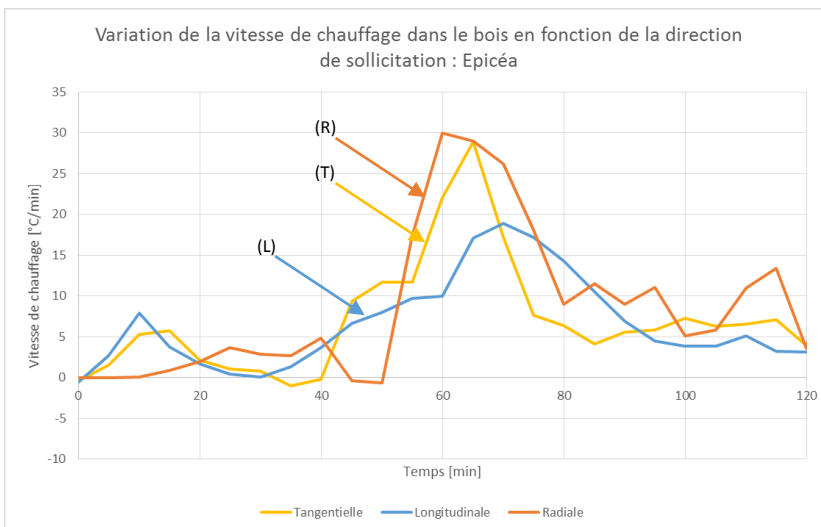
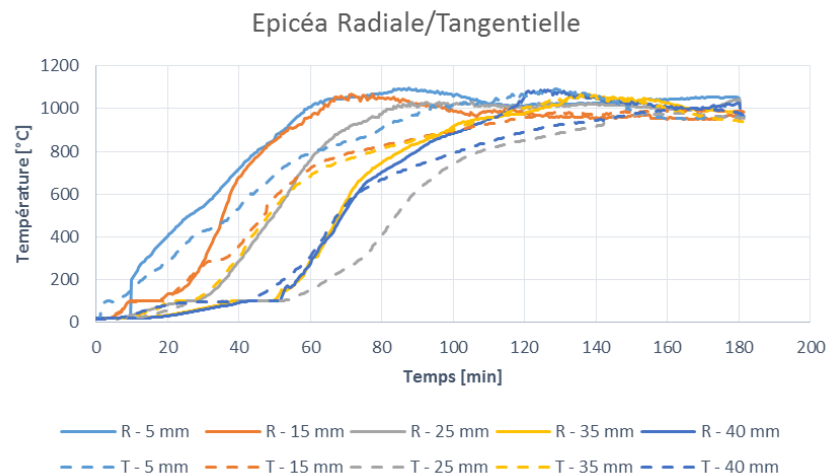
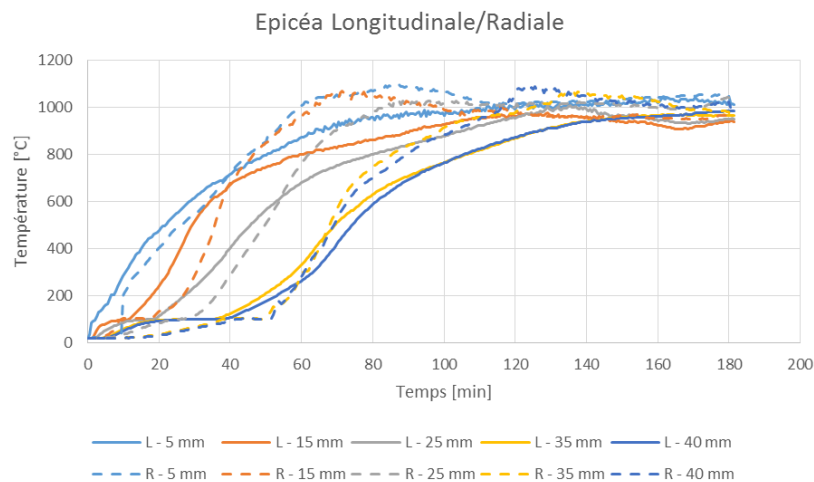


- Répétabilité bonne pour un grand nombre de résultats



## Comparaison entre les différentes orientations du bois:

### ❖ Epicéa



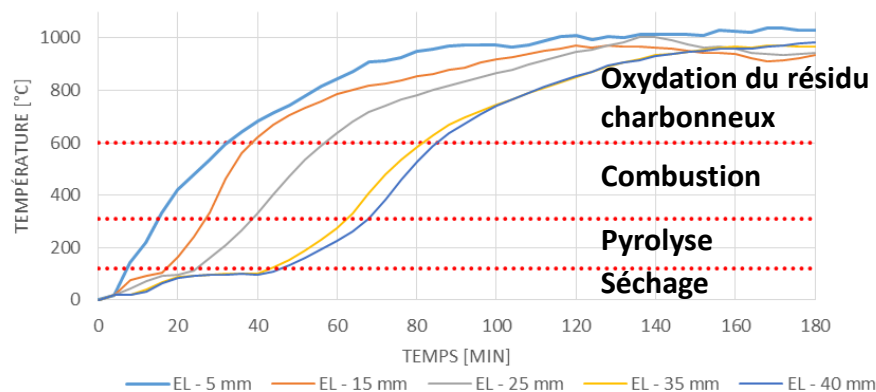
- Elévation rapide de la température dans la direction longitudinale
- Elévation lente de la température dans la direction radiale



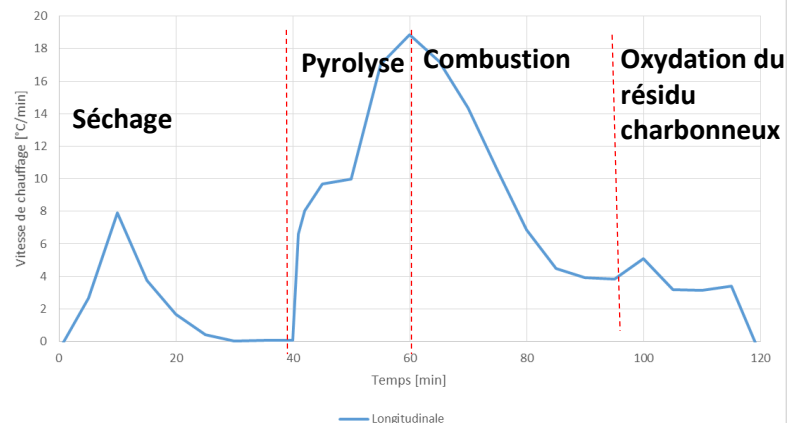
## Comparaison entre les directions d'exposition au feu

### ❖ Epicéa

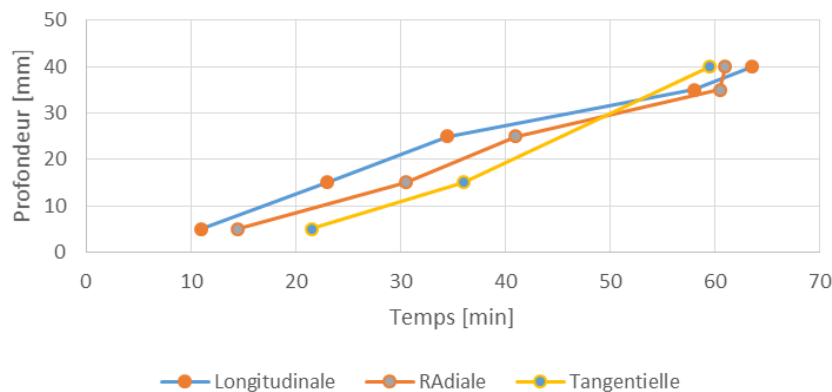
EVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE DANS L'ÉPICÉA SOLlicitÉE DANS LA DIRECTION LONGITUDINALE



Variation de la vitesse de chauffage dans le bois d'épicéa dans la direction longitudinale



Positions de l'isotherme 300°C en fonction du temps : Epicéa

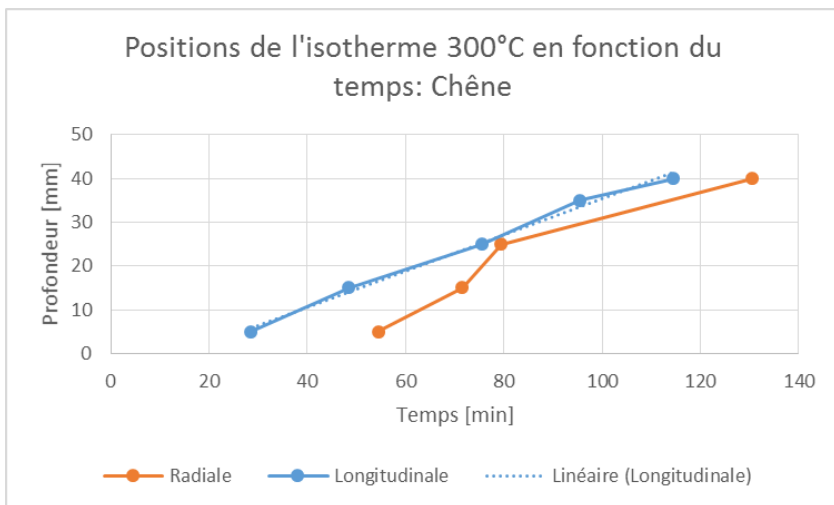
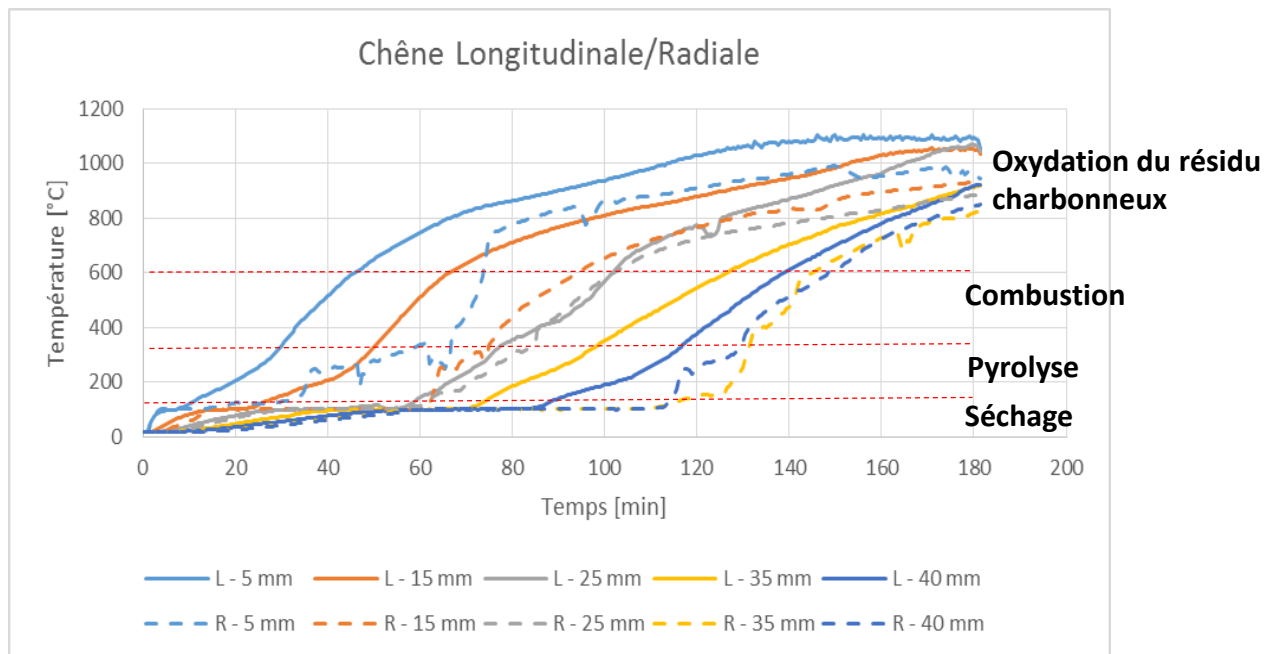


Vitesse moyenne de déplacement de l'isotherme 300°C (Front de carbonisation)

- 0,71 mm/min (R)
- 0,63 mm/min (L)
- 0,93mm/min (T)

## Comparaison entre les directions d'exposition au feu

### ❖ Chêne



Vitesse moyenne de déplacement de l'isotherme 300°C (Front de carbonisation)

- 0,44 mm/min (R)
- 0,41 mm/min (L)

## Comparaison entre les directions d'exposition au feu

Variation de la vitesse de combustion en fonction des essences de bois et des orientations de sollicitation:

Essence de bois	Orientation de la sollicitation			EC 5 [mm/min]
	Longitudinale [mm/min]	Radiale [mm/min]	Tangentielle [mm/min]	
<b>Epicéa</b>	0,63	0,71	0,93	0,7
<b>Pin maritime</b>	0,5	0,69	-	0,7
<b>Chêne</b>	0,41	0,44	-	0,5
<b>Hêtre</b>	0,68	0,57	-	0,7



Vitesses de combustion en accord avec les valeurs fournies par l'Eurocode 5

## Conclusions

- Bonne répétabilité pour une grande majorité des résultats obtenus.
- Identification des différentes phases de combustion du bois
- Effet remarquable de l'orientation de la sollicitation sur le transfert thermique dans le bois.
- Vitesses de combustion en accord avec celles fournies par l'EC 5 partie 1-2



Etat des éprouvettes après 3h d'exposition  
à un feu ISO 834-1





***Merci pour votre attention***